

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-282270

(43)Date of publication of application : 07.10.2004

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

(21)Application number : 2003-068962

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 13.03.2003

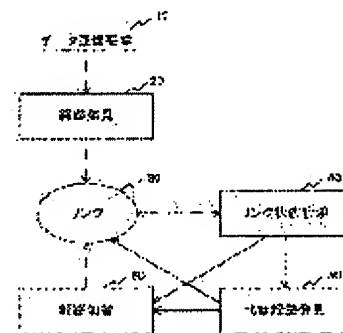
(72)Inventor : ISOTSU MASAOKI

(54) RADIO AD HOC COMMUNICATION SYSTEM, TERMINAL, PROCESSING METHOD THEREIN, AND PROGRAM FOR MAKING TERMINAL TO EXECUTE THE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize quick switching of routes by preparing for the situation, in which the communication is cut caused by the deterioration of the link quality during the communication, by discovering a substitute route beforehand, in a radio ad hoc communication system.

SOLUTION: When the corresponding route is not set during data communication request 10, a route discovering process 20 discovers and sets the route. A link state management process 40 monitors the state of a link 30 on the route set by the route discovering process 20 and it updates the link state in a route table of each radio terminal. A substitute route discovering process 50 sets a candidate for the substitute route when the link quality is deteriorated. A route switching process 60 switches the candidate for the substitute route as the regular route.



Cited Reference of
Japanese Patent Application No. 2005-512361
D3: JPA 2004-282270

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-282270

(P2004-282270A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/56

F I

H04L 12/56 100Z

テーマコード(参考)

5K030

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号

特願2003-68962 (P2003-68962)

(22) 出願日

平成15年3月13日(2003.3.13)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(74) 代理人 100112955

弁理士 丸島 敏一

(72) 発明者 磯澤 政明

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA13 JL01 LB05 MB01

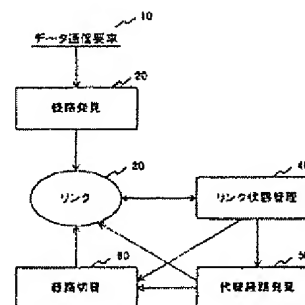
(54) 【発明の名称】 無線アドホック通信システム、端末、その端末における処理方法並びにその方法を端末に実行させるためのプログラム

(57) 【要約】

【課題】 無線アドホック通信システムにおいて、通信中のリンクの品質が悪化して切断される事態に備えて、予め代替経路を発見しておいて、速やかな経路切替を実現する。

【解決手段】 データ通信要求10の際に該当する経路が設定されていなければ、経路発見プロセス20は経路を発見して設定する。リンク状態管理プロセス40は、経路発見プロセス20によって設定された経路上のリンク30の状態を監視して、各無線端末の経路テーブルにおけるリンク状態を更新する。代替経路発見プロセス50は、リンク品質が悪化した際に代替経路の候補を設定する。経路切替プロセス60は、代替経路の候補を正規の経路として切り替える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の端末により構成される無線アドホック通信システムであって、
通信データを発信する発信端末と前記通信データを受信する宛先端末との間において自端末に接続するリンクの品質が悪化すると代替経路を発見するための要求を送信する第1の中間端末と、
前記要求を受信すると代替経路の候補を設定する第2の中間端末と
を具備し、
前記第1の中間端末は、前記代替経路の候補が設定された後に経路を切替えるための指示を送信し、
前記第2の中間端末は、前記指示を受信すると前記代替経路の候補を正規の経路として切り替える
ことを特徴とする無線アドホック通信システム。

【請求項2】

複数の端末により構成される無線アドホック通信システムであって、
通信データを発信する発信端末と、
前記通信データを受信する宛先端末と、
前記発信端末と前記宛先端末との間で前記通信データを転送しているときに自端末に接続するリンクの品質が悪化すると代替経路を発見するための要求を送信する第1の中間端末と、
前記要求を受信すると前記発信端末との間の代替経路の候補を設定して当該要求をさらに他の端末に転送する第2の中間端末と
を具備し、
前記宛先端末は、前記要求を受信すると当該要求に対する返答を送信し、
前記第2の中間端末は、前記返答を受信すると前記宛先端末との間の代替経路の候補を設定して当該返答をさらに他の端末に転送し、
前記第1の中間端末は、前記返答を受信した後に経路を切替えるための第1の指示を送信し、
前記第2の中間端末は、前記第1の指示を受信すると前記宛先端末との間の代替経路の候補を正規の経路として切り替えて当該第1の指示をさらに他の端末に転送し、
前記宛先端末は、前記第1の指示を受信すると切替えるための第2の指示を送信し、
前記第2の中間端末は、前記第2の指示を受信すると前記発信端末との間の代替経路の候補を正規の経路として切り替えて当該第2の指示をさらに他の端末に転送する
ことを特徴とする無線アドホック通信システム。

【請求項3】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、
前記リンクの状態を監視して前記リンク状態を更新する手段と、
前記リンク状態が不安定状態になると対応する前記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求を他の端末に送信する手段と
を具備することを特徴とする端末。

【請求項4】

前記代替経路を発見するための要求を送信した後に当該発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手段をさらに具備することを特徴とする請求項3記載の端末。

【請求項5】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、

他の端末から代替経路を発見するための要求を受信する手段と、
前記要求における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として前記経路テーブルに設定する手段と
を具備することを特徴とする端末。

【請求項6】

前記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスであれば当該要求に対する返答を送信し、前記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスでなければ当該要求を自端末以外の端末に転送する手段をさらに具備することを特徴とする請求項5記載の端末。

【請求項7】

前記要求における宛先アドレスから当該要求に対する返答を受信する手段と、
前記返答における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として前記経路テーブルに設定する手段と
をさらに具備することを特徴とする請求項5記載の端末。

【請求項8】

前記返答における発信アドレスおよび代行アドレスが自端末のアドレスでなければ当該返答を自端末以外の端末に転送する手段をさらに具備することを特徴とする請求項7記載の端末。

【請求項9】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、

他の端末から代替経路への切替えの指示を受信する手段と、
前記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が候補状態となっているものを有効状態として前記経路テーブルに設定する手段と
を具備することを特徴とする端末。

【請求項10】

前記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が不安定状態または有効状態となっているものがあれば無効状態として前記経路テーブルに設定する手段をさらに具備することを特徴とする請求項9記載の端末。

【請求項11】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末における処理方法であって、
前記リンクの状態を監視して前記リンク状態を更新する手順と、
前記リンク状態が不安定状態になると対応する前記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求を他の端末に送信する手順と、
前記発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手順と
を具備することを特徴とする処理方法。

【請求項12】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末における処理方法であって、

他の端末から代替経路を発見するための要求を受信する手順と、
前記要求における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として前記経路テーブルに設定する手順と、
前記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスであれば当該要求に対する返答を送信し、前記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスでなければ当該要求を自端末以外の端末に転送する手順と
を具備することを特徴とする処理方法。

【請求項13】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末における処理方法であって、
他の端末から代替経路への切替えの指示を受信する手段と、
前記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が不安定状態または有効状態となっているものがあれば無効状態として前記経路テーブルに設定する手順と、
前記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が候補状態となっているものを有効状態として前記経路テーブルに設定する手段と
を具備することを特徴とする処理方法。

【請求項14】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末に、
前記リンクの状態を監視して前記リンク状態を更新する手順と、
前記リンク状態が不安定状態になると対応する前記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求を他の端末に送信する手順と、
前記発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手順と
を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項15】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末に、
他の端末から代替経路を発見するための要求を受信する手順と、
前記要求における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として前記経路テーブルに設定する手順と、
前記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスであれば当該要求に対する返答を送信し、前記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスでなければ当該要求を自端末以外の端末に転送する手順と
を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項16】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末に、
他の端末から代替経路への切替えの指示を受信する手段と、
前記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が不安定状態または有効状態となっているものがあれば無効状態として前記経路テーブルに設定する手順と、
前記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が候補状態となっているものを有効状態として前記経路テーブルに設定する手段と
を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線アドホック通信システムに関し、特にパケットの送信中に中間のリンク品質が悪化した際に代替経路を発見しておいてその後の経路切替に備える無線アドホック通信システム、当該システムにおける端末、および、これらにおける処理方法ならびに当該方法をコンピュータ（端末）に実行させるプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

電子機器の小型化、高性能化が進み、簡単に持ち運び利用することが可能となったことから、必要になったその場で端末をネットワークに接続し、通信を可能とする環境が求めら

れている。その一つとして、必要に応じて一時的に構築されるネットワーク、すなわち無線アドホックネットワーク技術の開発が進められている。この無線アドホックネットワークでは、特定のアクセスポイントを設けることなく、各端末（例えば、コンピュータ、携帯情報端末（PDA: Personal Digital Assistance）、携帯電話等）が自律分散して相互に接続される。

【0003】

この無線アドホックネットワークでは、従来の固定的なネットワークとは異なりトポロジの変化が頻繁に起こるので、信頼性を確保するための経路制御方式、すなわちルーティングプロトコルを確立する必要がある。現在提案されている無線アドホックネットワークのルーティングプロトコルは、オンデマンド方式とテーブル駆動方式という二つのカテゴリに大きく分けられる。また、これらを統合したハイブリッド方式も提案されている。

【0004】

テーブル駆動方式およびハイブリッド方式は、常時経路情報を交換していることから、比較的障害には強いとされている。一方で、常に情報を送受信することによるオーバーヘッドの大きさが問題となる。例えば、電池により駆動されるモバイル機器が無線アドホックネットワークに接続された環境を考えると、消費電力の面からも常に経路情報を交換するのは得策ではない。また、経路テーブルを更新する周期が長いと、突然の障害に対処できないという問題もある。

【0005】

一方、オンデマンド方式は、通信する直前に経路発見要求を送信して経路を作成するので、通信を開始する段階でリンクに突然障害が起きた場合でも、そのリンクを無視して有効な経路を作成する。しかし、通信中に使用リンクの品質が低下し、経路が利用できなくなると、すぐに通信は中断されてしまい、もう一度送信元から経路を作成し直す必要がある。

【0006】

オンデマンド方式の代表的なルーティングプロトコルとして、例えば、IETF (Internet Engineering Task Force) のMANET WG (Mobile Ad hoc NETWORK Working Group) で提案されているAODV (Ad hoc On-demand Distance Vector) プロトコルがある。このAODVプロトコルでは、「ローカルリペア」という手法により、リンクに障害が起きて切断されたときに、両端のノードから経路の再発見を要求するメッセージを送信し、新たに経路を作成する手法が提案されている（例えば、非特許文献1参照。）。

【0007】

【非特許文献1】

チャールス・パーキンス (Charles E. Perkins) 他, 「アドホック・オンデマンド・ディスタンス・ベクター・ルーティング (Ad hoc On-demand Distance Vector Routing)」, (米国), アイイーティエフ (IETF), 2003年2月17日, p. 23-25, インターネット・ドラフト <<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-aodv-13.txt>>

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上述の従来技術では、リンクに障害が起きて切断されてから経路の再発見を行っている。従って、リンク切断後の経路再発見に時間を要してしまい、新規経路への円滑な切り替えができないおそれがある。そのため、従来技術による手法は、例えば、動画や音声を実タイムに配信している場合のように、即時性が求められる場面には適さないと考えられる。

【0009】

特に、無線アドホックネットワークでは、端末（ノード）の移動や電波状況などによりト

ポロジの変化が非常に頻繁に起こるため、リンクの切断時にも通信できる方法を確保しておくことが重要である。一般的にリンクの切断は突然起こるものではなく、リンク品質が徐々に悪化して切断に至るケースが多い。このように緩やかに劣化していく過程で、事前に代替経路を発見しておくことで、障害に対して瞬時に対応でき、結果的に信頼性を高めることが期待される。

【0010】

そこで、本発明の目的は、無線アドホック通信システムにおいて、通信中のリンクの品質が悪化して切断される事態に備えて、予め代替経路を発見しておいて、速やかな経路切替を実現することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明の請求項1記載の無線アドホック通信システムは、複数の端末により構成される無線アドホック通信システムであって、通信データを発信する発信端末と上記通信データを受信する宛先端末との間において自端末に接続するリンクの品質が悪化すると代替経路を発見するための要求を送信する第1の中間端末と、上記要求を受信すると代替経路の候補を設定する第2の中間端末とを具備し、上記第1の中間端末は上記代替経路の候補が設定された後に経路を切替えるための指示を送信し、上記第2の中間端末は上記指示を受信すると上記代替経路の候補を正規の経路として切り替えるものである。これにより、リンクの品質悪化をきっかけとして宛先端末から発信端末に至る代替経路の候補を設定させ、経路切替を速やかに実現させるという作用をもたらす。

【0012】

また、本発明の請求項2記載の無線アドホック通信システムは、複数の端末により構成される無線アドホック通信システムであって、通信データを発信する発信端末と、上記通信データを受信する宛先端末と、上記発信端末と上記宛先端末との間で上記通信データを転送しているときに自端末に接続するリンクの品質が悪化すると代替経路を発見するための要求を送信する第1の中間端末と、上記要求を受信すると上記発信端末との間の代替経路の候補を設定して当該要求をさらに他の端末に転送する第2の中間端末とを具備し、上記宛先端末は上記要求を受信すると当該要求に対する返答を送信し、上記第2の中間端末は上記返答を受信すると上記宛先端末との間の代替経路の候補を設定して当該返答をさらに他の端末に転送し、上記第1の中間端末は上記返答を受信した後に経路を切替えるための第1の指示を送信し、上記第2の中間端末は上記第1の指示を受信すると上記宛先端末との間の代替経路の候補を正規の経路として切り替えて当該第1の指示をさらに他の端末に転送し、上記宛先端末は上記第1の指示を受信すると切替えるための第2の指示を送信し、上記第2の中間端末は上記第2の指示を受信すると上記発信端末との間の代替経路の候補を正規の経路として切り替えて当該第2の指示をさらに他の端末に転送するものである。これにより、リンクの品質悪化をきっかけとして発信端末と宛先端末との間に双方向の代替経路の候補を設定させ、経路切替を速やかに実現させるという作用をもたらす。

【0013】

また、本発明の請求項3記載の端末は、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、上記リンクの状態を監視して上記リンク状態を更新する手段と、上記リンク状態が不安定状態になると対応する上記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求を他の端末に送信する手段とを具備する。これにより、リンクの品質悪化をきっかけとして代替経路の候補を設定させ、その後の経路切替を速やかに実現させるという作用をもたらす。

【0014】

また、本発明の請求項4記載の端末は、請求項3記載の端末において、上記代替経路を発見するための要求を送信した後に当該発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手段をさらに具備する。これにより、予め設定された代替経路の候補を正規の経路として速やかに切り替えるという作用をもたらす。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の請求項5記載の端末は、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、他の端末から代替経路を発見するための要求を受信する手段と、上記要求における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として上記経路テーブルに設定する手段とを具備する。これにより、代替経路を発見するための要求の送信元との間に代替経路の候補を設定させるという作用をもたらす。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の請求項6記載の端末は、請求項5記載の端末において、上記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスであれば当該要求に対する返答を送信し、上記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスでなければ当該要求を自端末以外の端末に転送する手段をさらに具備する。これにより、代替経路を発見するための要求の送信元との間の代替経路の候補を端末間に設定させるという作用をもたらす。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の請求項7記載の端末は、請求項5記載の端末において、上記要求における宛先アドレスから当該要求に対する返答を受信する手段と、上記返答における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として上記経路テーブルに設定する手段とをさらに具備する。これにより、代替経路を発見するための要求に対する返答の送信元との間に代替経路の候補を設定させるという作用をもたらす。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の請求項8記載の端末は、請求項7記載の端末において、上記返答における発信アドレスおよび代行アドレスが自端末のアドレスでなければ当該返答を自端末以外の端末に転送する手段をさらに具備する。これにより、代替経路を発見するための要求に対する返答の送信元との間の代替経路の候補を端末間に設定させるという作用をもたらす。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の請求項9記載の端末は、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、他の端末から代替経路への切替えの指示を受信する手段と、上記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が候補状態となっているものを有効状態として上記経路テーブルに設定する手段とを具備する。これにより、予め設定された代替経路の候補を正規の経路として速やかに切り替えさせるという作用をもたらす。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の請求項10記載の端末は、請求項9記載の端末において、上記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が不安定状態または有効状態となっているものがあれば無効状態として上記経路テーブルに設定する手段をさらに具備する。これにより、経路切替にあたって従前の経路を無効にさせるという作用をもたらす。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の請求項11記載の処理方法は、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末における処理方法であって、上記リンクの状態を監視して上記リンク状態を更新する手順と、上記リンク状態が不安定状態になると対応する上記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求を他の端末に送信する手順と、上記発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手順とを具備する。これにより、リンクの品質悪化をきっかけとして代替経路の候補を設定させ、経路切替を速やかに実現させるという作用をもたらす。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の請求項12記載の処理方法は、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態

とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末における処理方法であって、他の端末から代替経路を発見するための要求を受信する手順と、上記要求における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として上記経路テーブルに設定する手順と、上記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスであれば当該要求に対する返答を送信し、上記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスでなければ当該要求を自端末以外の端末に転送する手順とを具備する。これにより、代替経路を発見するための要求の送信元との間に代替経路の候補を設定させるという作用をもたらす。

【0023】

また、本発明の請求項13記載の処理方法は、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末における処理方法であって、他の端末から代替経路への切替えの指示を受信する手段と、上記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が不安定状態または有効状態となっているものがあれば無効状態として上記経路テーブルに設定する手順と、上記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が候補状態となっているものを有効状態として上記経路テーブルに設定する手段とを具備する。これにより、予め設定された代替経路の候補を正規の経路として速やかに切り替えさせるという作用をもたらす。

【0024】

また、本発明の請求項14記載のプログラムは、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末に、上記リンクの状態を監視して上記リンク状態を更新する手順と、上記リンク状態が不安定状態になると対応する上記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求を他の端末に送信する手順と、上記発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手順とを実行させるものである。これにより、リンクの品質悪化をきっかけとして代替経路の候補を設定させ、経路切替を速やかに実現させるという作用をもたらす。

【0025】

また、本発明の請求項15記載のプログラムは、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末に、他の端末から代替経路を発見するための要求を受信する手順と、上記要求における発信アドレスとの間の代替経路のリンク状態を候補状態として上記経路テーブルに設定する手順と、上記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスであれば当該要求に対する返答を送信し、上記要求における宛先アドレスが自端末のアドレスでなければ当該要求を自端末以外の端末に転送する手順とを実行させるものである。これにより、代替経路を発見するための要求の送信元との間に代替経路の候補を設定させるという作用をもたらす。

【0026】

また、本発明の請求項16記載のプログラムは、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態とを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルを備える端末に、他の端末から代替経路への切替えの指示を受信する手段と、上記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が不安定状態または有効状態となっているものがあれば無効状態として上記経路テーブルに設定する手順と、上記指示における宛先アドレスとの間の経路でリンク状態が候補状態となっているものを有効状態として上記経路テーブルに設定する手段とを実行させるものである。これにより、予め設定された代替経路の候補を正規の経路として速やかに切り替えさせるという作用をもたらす。

【0027】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0028】

図1は、本発明の実施の形態における無線アドホック通信システムで想定する無線アドホックネットワークの一例を示す図である。この図1(a)の例では、端末S(201)乃至端末E(206)の6つの端末が無線アドホック通信システムのネットワークを構成している。また、各端末の周囲の点線は、各端末201乃至206の通信範囲211乃至216をそれぞれ表している。

【0029】

例えば、端末S(201)の通信範囲211には、端末A(202)および端末B(203)が含まれる。また、端末A(202)の通信範囲212には、端末S(201)、端末B(203)および端末C(204)が含まれる。また、端末B(203)の通信範囲213には、端末S(201)、端末A(202)および端末E(206)が含まれる。また、端末C(204)の通信範囲214には、端末A(202)、端末D(205)および端末E(206)が含まれる。また、端末D(205)の通信範囲215には、端末C(204)および端末E(206)が含まれる。また、端末E(206)の通信範囲216には、端末B(203)、端末C(204)および端末D(205)が含まれる。

【0030】

このような端末間の関係を模式的に表したのが図1(b)である。この図1(b)では、互いに通信範囲211乃至216内にある端末同士が線により結ばれている。従って、直接結ばれていない端末間で通信を行う場合には他の端末を介して複数ホップにより通信を行わなければならないことがわかる。

【0031】

図2は、図1の例による無線アドホックネットワークにおいて経路を設定するための手順を示す図である。ある端末間で経路が設定されていない場合に、最初に経路を設定するための手順は従来技術を用いることができる。例えば、上述のAODVプロトコルでは、発信端末から宛先端末に対して経路要求メッセージを送信し、宛先端末から発信端末に対して経路返答メッセージを送信することにより、経路を設定している。

【0032】

図2(a)は、端末S(201)から端末D(205)に対して経路要求を行う際のパケットの流れを示すものである。端末Sは、端末Dにデータを送信する際に、まだ端末Dへの経路が設定されていないとすれば、経路発見プロセスに入る。まず、端末Sは、経路要求メッセージ(Route REQUEST message: RREQ)をブロードキャストする。この経路要求メッセージを受信した端末A(202)および端末B(203)は、その経路要求メッセージの送信元である端末Sへの逆向きの経路(Reverse Path)を設定する。ここで逆向きの経路とは、経路要求メッセージの送信元までデータを送信したいという要求が生じた場合に、その経路要求メッセージを送信してきた近隣端末を次の転送先とする経路を意味する。

【0033】

経路要求メッセージを受信した端末Aおよび端末Bは、宛先が自端末でないことから、その経路要求メッセージをさらにブロードキャストする。これにより、端末C(204)および端末E(206)に経路要求メッセージが伝わる。一方、端末Aのブロードキャストした経路要求メッセージは、端末Sや端末Bにおいても受信されるが、経路要求メッセージに付された要求識別子が一致するため、端末Sや端末Bにおいて破棄される。同様にして、端末Bのブロードキャストした経路要求メッセージは、端末Sや端末Aにおいて破棄される。このように、要求識別子は二重受け取りチェックのために使用される。

【0034】

経路要求メッセージを受信した端末Cおよび端末Eは、端末Sへの逆向きの経路を設定した後、その経路要求メッセージをさらにブロードキャストする。これにより、端末D(205)に経路要求メッセージが到達する。端末Dは、端末Cおよび端末Eの両者から経路要求メッセージを受信するが、後から受信した経路要求メッセージを破棄する。

【0035】

図2(b)は、端末Dから端末Sに対して経路返答を行う際のパケットの流れを示すもの

である。端末Dは、端末Sへの逆向きの経路を設定した後、送信元である端末Sに対して経路返答メッセージ (Route REPLY message: RREP) をユニキャストで送信する。例えば、端末Dが端末Cからの経路要求メッセージに返答する場合には、端末Dは端末Cを次の送信先としてユニキャストによる送信を行う。

【0036】

経路返答メッセージを受信した端末Cは、経路返答メッセージの送信元である端末Dへの逆向きの経路を設定する。そして、端末Cはその経路返答メッセージを端末Aに転送する。同様に、経路返答メッセージを受信した端末Aは、経路返答メッセージの送信元である端末Dへの逆向きの経路を設定して、その経路返答メッセージを端末Sに転送する。

【0037】

経路返答メッセージを受信した端末Sは、経路返答メッセージの送信元である端末Dへの逆向きの経路を設定する。これにより、経路発見プロセスは完了する。

【0038】

図3は、本発明の実施の形態における処理の概要を示す図である。既に図2により説明したとおり、データ通信要求10の発生の際にまだ宛先端末への経路が設定されていなければ、その端末は経路発見プロセス20に入る。これにより端末間に経路が設定される。端末間の経路は、端末同士を結ぶリンク30を1つ以上経ることにより構成される。

【0039】

経路が設定されると、そのリンクはリンク状態管理プロセス40において監視される。具体的には、各端末における経路テーブルの経路エントリ内のリンク状態という項目が適宜更新される。各端末は後述するように自端末に接続するリンクに関する情報を経路テーブルに保持しており、リンク状態が変化するたびにこの経路テーブルが更新されるようになっている。これにより、各端末は最新のリンク状態を常に把握できる。

【0040】

使用している経路のリンク状態が所定の状態になると、代替経路発見プロセス50において、代替経路の発見が行われる。例えば、何らかの理由によりリンクの品質が悪化すると、リンクの両端にある何れかの端末が代替経路を発見するために、経路要求を送信する。その経路要求を送信した端末が所定の手順により経路返答を受信することにより、代替経路の候補が設定される。

【0041】

代替経路の候補が設定された後、使用している経路のリンク状態が所定の状態になると、経路切替プロセス60において、代替経路への切り替えが行われる。例えば、何らかの理由によりリンクの品質がさらに悪化して切断されそうになると、代替経路の候補を設定させた端末は、代替経路の候補を正規の経路として切り替えるよう他の端末に指示をする。これにより、代替経路が宛先端末までの正規な経路となる。

【0042】

次に本発明の実施の形態における無線端末の構成例について図面を参照して説明する。

【0043】

図4は、本発明の実施の形態における無線端末100の一構成例を示す図である。この無線端末100は、通信処理部110と、制御部120と、表示部130と、操作部140と、メモリ600とを備え、これらの間をバス180が接続する構成となっている。また、通信処理部110にはアンテナ105が接続されている。通信処理部110は、アンテナ105を介して受信した信号からネットワークインターフェース層（データリンク層）のフレームを構成する。また、通信処理部110は、ネットワークインターフェース層のフレームをアンテナ105を介して送信する。また、通信処理部110は、アンテナ105を介して受信した信号について信号ノイズ比（S/N比）を検出して制御部120に報告する。

【0044】

制御部120は、無線端末100全体を制御する。例えば、通信処理部110により構成されたフレームを参照して所定の処理を行う。制御部120は、タイマ125を有し、時

間を計測する。また、制御部120は、フレームもしくはパケットのエラー率を算出する。

【0045】

表示部130は、所定の情報を表示するものであり、例えば、液晶ディスプレイ等が用いられ得る。操作部140は、無線端末100に対して外部から操作指示を行うためのものであり、例えば、キーボードやボタンスイッチ等が用いられ得る。

【0046】

メモリ600は、制御部120の動作に必要なデータを保持するものであり、次に説明するように、自端末に接続する経路に関する情報を保持する経路テーブル610を含む。

【0047】

図5は、本発明の実施の形態における無線端末100に保持される経路テーブル610の構成例を示す図である。経路テーブル610は、経路エントリとして、宛先アドレス611と、転送先アドレス612と、宛先ホップ数613と、リンク状態614と、シーケンス番号615と、所有者616と、先行リスト617とを保持する。宛先アドレス611は、その経路の最終的な宛先端末のアドレスを示す。ここでアドレスとは、端末を一意に識別できるものであればよく、例えば、MAC(Media Access Control)アドレスやIP(Internet Protocol)アドレス等を用いることができる。転送先アドレス612は、対応する宛先アドレス611に到達するために次に転送すべき端末のアドレスを示す。

【0048】

宛先ホップ数613は、対応する宛先アドレス611に到達するために必要なリンクの数を示す。例えば、図1(b)の例では、端末Cから端末Sに到達するためには途中で端末Aを介して、合計2つのリンクを経る必要があるのでホップ数は「2」となる。リンク状態614は、対応する転送先アドレス612との間のリンクについて、その状態を示すものである。このリンク状態については後述する。

【0049】

シーケンス番号615は、過去に作成された経路と新規に作成された経路との間で生じ得るループを回避するためのものである。このシーケンス番号615の大小を比較することにより、何れの経路が新規のものであるかを判断することができる。

【0050】

所有者616は、対応するリンクの所有者を示すものである。一つのリンクに接続する端末はリンクの両端に(すなわち2つ)存在することから、リンクの状態に変化が生じると2つの端末が一斉にアクションを起こす可能性がある。そこで、各リンクに所有者を定めておき、その所有者が責任をもってリンクの管理を行うようにしたものである。何れの端末が所有者になるかは一意に定める必要がある。例えば、経路を設定する段階で、IPアドレス(またはMACアドレス)を数値的に比較して大きい方にその経路の所有者フラグを設定することが考えられる。また、アドレスの大小以外にも、近隣端末の数や端末の性能などで決定してもよい。近隣端末が多いノードは複数の代替経路を持つ可能性が高く、また性能が良い端末は代替経路を発見するプロセスにかかる計算コストも低くなるので、経路所有者としては適格であると考えられる。なお、図5の例では、所有者である場合を「1」、所有者でない場合を「0」として表している。

【0051】

先行リスト617は、その経路の宛先アドレス611とは逆方向の端末のアドレス群を示すものである。例えば、端末Dから端末Cを介し、さらに端末Aを介して端末Sに向かう経路が存在する場合、端末Cの経路テーブル610において、宛先アドレス611を端末S、転送先アドレス612を端末Aとする経路エントリの先行リスト617は端末Dを含むことになる。ここで、例えば、端末Xから端末Cを介し、さらに端末Aを介して端末Sに向かうデータの流れがさらにあったとすると、その先行リスト617はさらに端末Xを含むことになる。

【0052】

次に本発明の実施の形態におけるリンク状態の状態遷移について図面を参照して説明する。

【0053】

図6は、本発明の実施の形態のリンク状態管理プロセス40における状態遷移の一例を示す図である。リンク状態としては、有効状態（V状態：Valid）41、無効状態（I状態：Invalid）42、切断状態（B状態：Break）43、不安定状態（S状態：Stretched）44、候補状態（C状態：Candidate）45という5つの状態を持ち得る。

【0054】

有効状態41は、正規の経路として設定されている状態である。無効状態42は、経路としては使用されていない状態であるが、経路テーブル610には経路エントリが保持されているものである。一方、切断状態43も経路としては使用されていない状態であるが、既に経路テーブル610から削除されているものである。この切断状態43を想定することにより、経路エントリを最小限に抑えて空きメモリを増大させ、管理コストを下げることができる。

【0055】

不安定状態44は、それまで有効状態41であったリンクがリンク品質の悪化によって不安定になった状態を示すものである。例えば電波の受信状況が悪化してくる場合や、人体遮蔽により電波が通りにくくなっている場合などが考えられる。ただし、この不安定状態44においても、多少通信に問題はあるものの、全く通信できない程の状態ではないものとする。候補状態45は、代替経路発見プロセス50により代替経路の候補として設定された状態であり、使用可能ではあるがこの時点ではまだ正規の経路として使用されていない状態である。

【0056】

最初に経路発見プロセス20において経路が設定されると有効状態41となるが、その後、リンクの品質が悪化すると不安定状態44に遷移する。また、有効状態41において経路が使用されず所定時間が経過すると、タイムアウトとして無効状態42に遷移する。また、代替経路が正規の経路として切り替わると、元の有効状態41のリンクは無効状態42に遷移する。

【0057】

不安定状態44になると、代替経路発見プロセス50により代替経路が発見される。代替経路が正規の経路として切り替わると、元の不安定状態44のリンクは無効状態42に遷移する。また、不安定状態44において経路が使用されず所定時間が経過すると、タイムアウトとして無効状態42または切断状態43に遷移する。なお、不安定状態44において、さらにリンクの品質が悪化して全く通信不可能な状態になると切断状態43に遷移するが、リンクの品質が改善した場合には再び有効状態41に戻る。

【0058】

候補状態45においてその代替経路が正規の経路として切り替わると有効状態41に遷移する。一方、候補状態45においてさらにリンクの品質が悪化して全く通信不可能な状態になったり、そのまま経路が使用されず所定時間が経過すると、タイムアウトとして切断状態43に遷移して経路テーブル610から削除される。

【0059】

また、無効状態42においてさらにリンクの品質が悪化して全く通信不可能な状態になるか、そのまま所定時間が経過すると切断状態43に遷移して経路テーブル610から削除される。一方、有効状態41にある経路は通信ができないくらい急激に品質が劣化したとしても一旦必ず不安定状態44に遷移するものとし、切断状態43には直接遷移しないものとする。

【0060】

なお、この状態遷移におけるリンクの品質の良否は、通信処理部110により検出された物理層の信号ノイズ比や制御部120により算出されたMAC副層のエラー率に基づいて

、制御部120により判断される。また、タイムアウトの判断は、制御部120のタイマ125を基準として判断される。

【0061】

次に本発明の実施の形態におけるパケット構成について図面を参照して説明する。

【0062】

図7は、本発明の実施の形態の代替経路発見プロセス50において使用される経路要求パケット810の一構成例を示す図である。この経路要求パケット810は、経路テーブル610におけるリンク状態614が有効状態(V状態)41から不安定状態(S状態)44に遷移した際に、所有者616により所有者であることを示している端末が送信するものである。この経路要求パケット810は、パケットタイプ811と、代替フラグ812と、ホップカウント813と、要求識別子814と、宛先アドレス815と、宛先シーケンス番号816と、発信アドレス817と、代行アドレス818と、発信シーケンス番号819とを含んでいる。

【0063】

パケットタイプ811は、パケットの種別を表すフィールドであり、この経路要求パケット810の場合は、経路要求パケットであることが示される。代替フラグ812は、その経路要求パケット810が当初の経路設定のために使用されているのか、もしくは代替経路の候補を設定するために使用されているのかを表示するフィールドである。例えば、代替フラグ812が「OFF」であれば通常の経路要求であり、代替フラグ812が「ON」にセットされていれば代替経路の候補を設定するための特別な経路要求であることがわかる。この代替フラグ812がセットされている経路要求パケット810は、不安定状態44以外の端末にマルチプルユニキャスト転送される。また、この代替フラグ812がセットされている経路要求パケット810を受信した端末においては、後述のシーケンス番号やホップ数の制限に制約されずに経路要求元に対する経路情報が作成される。

【0064】

ホップカウント813は、発信アドレス817から経てきたリンクの数を表すフィールドである。要求識別子814は、その経路要求パケット810に係る経路要求を一意に識別するための識別子を表すフィールドである。この要求識別子814は、発信アドレス817から宛先アドレス815まで経路要求が転送されていく過程において変更されない。

【0065】

宛先アドレス815は、設定すべき経路の終点となる端末のアドレスを表すフィールドであり、この宛先アドレス815がその経路要求パケット810の最終的な宛先端末のアドレスを表す。この経路要求パケット810により、宛先アドレス815までの経路が設定される。宛先シーケンス番号816は、宛先アドレス815に向けた経路上にある端末が過去に受信した最大のシーケンス番号を表すフィールドである。

【0066】

発信アドレス817は、設定すべき経路の始点となる端末のアドレスを表すフィールドである。代替フラグ812がセットされていない場合にはこの発信アドレス817がその経路要求パケット810を最初に発信した発信端末のアドレスを表すが、代替フラグ812がセットされている場合には次の代行アドレス818がその経路要求パケット810を最初に発信した発信端末のアドレスを表すことになる。代行アドレス818は、代替フラグ812がセットされている場合において、その経路要求パケット810を代行して発信した端末のアドレスを表すフィールドである。

【0067】

発信シーケンス番号819は、発信端末の現在のシーケンス番号を表すフィールドであり、その発信端末に向けて経路を設定した端末にとっての宛先シーケンス番号となる。

【0068】

図8は、本発明の実施の形態の代替経路発見プロセス50において使用される経路回答パケット820の一構成例を示す図である。この経路回答パケット820は、経路要求パケット810の宛先アドレス815に示された端末がその経路要求パケット810に対する

返答として送信するものである。この経路返答パケット820は、パケットタイプ821と、代替フラグ822と、ホップカウント823と、宛先アドレス825と、宛先シーケンス番号826と、発信アドレス827と、代行アドレス828と、残存時間829とを含んでいる。

【0069】

パケットタイプ821は、パケットの種別を表すフィールドであり、この経路返答パケット820の場合は、経路返答パケットであることが示される。代替フラグ822は、代替フラグ812と同様に、その経路返答パケット820が当初の経路設定のために使用されているのか、もしくは代替経路の候補を設定するために使用されているのかを表示するフィールドである。この代替フラグ822がセットされている経路返答パケット820は、代行アドレス818に示される端末によって受信されると、それ以上転送されなくなる。

【0070】

ホップカウント823は、宛先アドレス825から経てきたリンクの数を表すフィールドである。宛先アドレス825は、設定すべき経路の終点となる端末のアドレスを表すフィールドであり、この宛先アドレス825がその経路返答パケット820を発信した端末のアドレスを表す。宛先シーケンス番号826は、宛先アドレス825に向けた経路上にある端末が過去に受信した最大のシーケンス番号を表すフィールドである。

【0071】

発信アドレス827は、設定すべき経路の始点となる端末のアドレスを表すフィールドである。代行アドレス828は、代替フラグ822がセットされている場合において、その経路返答パケット820の最終的宛先となる端末のアドレスを表すフィールドである。残存時間829は、その経路の残存時間を表すフィールドであり、上述のタイムアウトを判断するために用いられる。

【0072】

図9は、本発明の実施の形態の経路切替プロセス60において使用される経路切替パケット850の一構成例を示す図である。この経路切替パケット850は、代替経路の候補を設定するために経路要求パケット810を送信した端末がその代替経路の候補を正規の経路として切り替えるために送信するものである。この経路切替パケット850は、通常のデータパケットを利用することができる。例えば、図9のように、ヘッダ部851にデータ857を含むデータパケットにおいて、ヘッダ部851の定義を一部変更することにより実現することができる。但し、IPv4のようにヘッダ部を変更できない場合には、同様の情報を含む経路切替パケット850を制御パケットとして送信した後データパケットを送信するようにしてもよい。

【0073】

データパケットを利用した経路切替パケット850のヘッダ部851は、通常の宛先アドレス852および発信アドレス853に加えて、経路切替フラグ854が追加されている。この経路切替フラグ854が「ON」にセットされているデータパケットを受信した端末は、代替経路の候補を正規の経路として切り替える。すなわち、経路テーブル610において、宛先アドレス611が宛先アドレス852と一致する経路エントリを探し、そのような経路エントリにおけるリンク状態614を候補状態45から有効状態41に変更する。また、それに先だって、宛先アドレス611が宛先アドレス852と一致する経路エントリにおいてリンク状態614が有効状態41もしくは不安定状態44のものがあれば無効状態42に変更しておく。

【0074】

次に本発明の実施の形態における代替経路発見プロセス50および経路切替プロセス60の動作について図面を参照して説明する。

【0075】

図10は、端末Sから端末Dに向けて通信が行われている場合の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。端末Sと端末Dとの間で、端末Aおよび端末Cがパケットを転送している。このとき、端末Sの経路テーブル610では、端末Dを

宛先アドレス611とする経路エントリにおいて転送先アドレス612は端末Aとなっている。また、端末Aの経路テーブル610では、端末Dを宛先アドレス611とする経路エントリにおいて転送先アドレス612は端末Cとなっており、端末Sを宛先アドレス611とする経路エントリにおいて転送先アドレス612は端末Sとなっている。また、端末Cの経路テーブル610では、端末Dを宛先アドレス611とする経路エントリにおいて転送先アドレス612は端末Dとなっており、端末Sを宛先アドレス611とする経路エントリにおいて転送先アドレス612は端末Aとなっている。また、端末Dの経路テーブル610では、端末Sを宛先アドレス611とする経路エントリにおいて転送先アドレス612は端末Cとなっている。そして、これらのリンク状態は全て有効状態41となっている。

【0076】

ここで、端末Aと端末Cとの間のリンクの品質が悪化して不安定状態になった場合を想定する。例えば、端末Aがこのリンクの所有者であるとする、端末Aは以下の手順で代替経路を発見する。

【0077】

図11は、端末Aが代替経路を要求する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。端末Aと端末Cとの間のリンクの品質が悪化したことにより、端末Aの経路テーブル610における端末Dへの経路および端末Cの経路テーブル610における端末Sへの経路について、リンク状態614が有効状態41から不安定状態44に変化している。

【0078】

端末Aは、代替フラグ812をセットした経路要求パケット810（図7）をマルチプルユニキャストにより送信する。但し、この例では端末Bへのユニキャスト送信となる。端末Cへのリンクは不安定状態であり、また、端末Sは先行リスト617（図5）に記載されていることから、端末Aは端末Sおよび端末Cには経路要求パケット810を送信しないからである。なお、この経路要求パケット810の発信アドレス817には経路の始点である端末Sのアドレスが記載される。

【0079】

端末Aから経路要求パケット810を受信した端末Bは、発信アドレス817に向けた経路として、宛先アドレス611を端末Sとし、転送先アドレス612を端末Aとする経路エントリを作成し、リンク状態614を候補状態45とする。

【0080】

図12は、端末Bが代替経路の要求を転送する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。端末Aから経路要求パケット810を受信した端末Bは、上述のように経路エントリを作成した上で、その経路要求パケット810を端末Sおよび端末Eに転送する。この経路要求パケット810を受信した端末Sは、先程と同様に、自端末により送信されたパケットであると解釈してこの経路要求パケット810を破棄する。

【0081】

端末Bから経路要求パケット810を受信した端末Eは、発信アドレス817に向けた経路として、宛先アドレス611を端末Sとし、転送先アドレス612を端末Bとする経路エントリを作成し、リンク状態614を候補状態45とする。

【0082】

図13は、端末Eが代替経路の要求を転送する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。端末Bから経路要求パケット810を受信した端末Eは、上述のように経路エントリを作成した上で、その経路要求パケット810をさらに端末Cおよび端末Dに転送する。

【0083】

端末Eから経路要求パケット810を受信した端末Dは、発信アドレス817に向けた経路として、宛先アドレス611を端末Sとし、転送先アドレス612を端末Eとする経路

エントリを作成し、リンク状態614を候補状態45とする。なお、端末Dは、その後、端末Cから経路要求パケット810を受信するが、先に端末Eから受信した経路要求パケット810の要求識別子814と一致するため、端末Cからの経路要求パケット810を破棄する。

【0084】

図14は、端末Dが代替経路の要求に対する返答を送信する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。端末Eから経路要求パケット810を受信した端末Dは、上述のように経路エントリを作成した上で、その経路要求パケット810に対する返答として代替フラグ822をセットした経路返答パケット820(図8)を端末Sに向けて送信する。この経路返答パケット820の宛先アドレス825、発信アドレス827および代行アドレス828は、経路要求パケット810の宛先アドレス815、発信アドレス817および代行アドレス818と一致する。

【0085】

端末Dからの経路返答パケット820は、経路要求パケット810と同様の手順で転送され、各端末において代替経路が作成される。すなわち、端末Eは、宛先アドレス611を端末Dとし、転送先アドレス612を端末Dとする経路エントリを作成し、リンク状態614を候補状態45とする。端末Bは、宛先アドレス611を端末Dとし、転送先アドレス612を端末Eとする経路エントリを作成し、リンク状態614を候補状態45とする。また、端末Aは、宛先アドレス611を端末Dとし、転送先アドレス612を端末Bとする経路エントリを作成し、リンク状態614を候補状態45とする。

【0086】

経路返答パケット820を受信した端末Aは、代替フラグ822がセットされ且つ代行アドレス828が自端末のものであることから、その経路返答パケット820を取り込んで、それ以上の転送を行わない。このようにして、端末Sと端末Dとの間に代替経路の候補が設定される。なお、代替となるべき経路が存在しない場合には、経路エラーパケットが端末Aに送信される。

【0087】

図15は、端末Aが代替経路の候補を正規の経路に切り替える指示を送信する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。端末Aは、代替経路への切替を行うことを選択すると、その後生じたデータ通信要求をきっかけとして、まず自端末の経路テーブル610において、端末Dを宛先アドレス611とする経路エントリであってリンク状態614が不安定状態もしくは有効状態であるものがあれば、そのリンク状態614を無効状態にする。そして、端末Dを宛先アドレス611とする経路エントリであってリンク状態614が候補状態となっているもののリンク状態614を有効状態に設定する。すなわち、転送先アドレス612が端末Cである経路のリンク状態614を不安定状態から無効状態にして、転送先アドレス612が端末Bである経路のリンク状態614を候補状態から有効状態にする。そして、端末Aは、このようにリンク状態614を変更した経路テーブル610を参照して、端末Dに向けた経路切替パケット850を端末Bに対して送信する。

【0088】

端末Aから経路切替パケット850を受信した端末Bは、転送先アドレス612が端末Eである経路のリンク状態614を候補状態から有効状態にする。端末Bは、このようにリンク状態614を変更した経路テーブル610を参照して、端末Eに対して経路切替パケット850を転送する。

【0089】

端末Bから経路切替パケット850を受信した端末Eは、転送先アドレス612が端末Dである経路のリンク状態614を候補状態から有効状態にする。端末Eは、このようにリンク状態614を変更した経路テーブル610を参照して、端末Dに対して経路切替パケット850をさらに転送する。このようにして、端末Aが送信した経路切替パケット850が端末Dに到達すると、順方向の経路テーブルが設定される。

【0090】

図16は、端末Dが代替経路の候補を正規の経路に切り替える指示を送信する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。端末Eから経路切替パケット850を受信した端末Dは、その後に生じたデータ通信要求をきっかけとして、転送先アドレス612が端末Cである経路のリンク状態614を有効状態から無効状態にして、転送先アドレス612が端末Eである経路のリンク状態614を候補状態から有効状態にする。そして、端末Dは、このようにリンク状態614を変更した経路テーブル610を参照して、今度は端末Sに向けた経路切替パケット850を端末Eに対して送信する。

【0091】

端末Dから経路切替パケット850を受信した端末Eは、転送先アドレス612が端末Bである経路のリンク状態614を候補状態から有効状態にする。端末Eは、このようにリンク状態614を変更した経路テーブル610を参照して、端末Bに対して経路切替パケット850を転送する。

【0092】

端末Eから経路切替パケット850を受信した端末Bは、転送先アドレス612が端末Aである経路のリンク状態614を候補状態から有効状態にする。端末Eは、このようにリンク状態614を変更した経路テーブル610を参照して、端末Aに対して経路切替パケット850をさらに転送する。このようにして、端末Dが送信した経路切替パケット850が端末Aに到達すると、逆方向の経路テーブルが設定される。

【0093】

図17は、端末Sと端末Dとの間で代替経路に切り替えられた状態および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。この状態で所定の時間が経過し、もしくは、端末Aと端末Cとの間のリンク品質がさらに悪化して全く通信不可能な状態になると、リンク状態管理プロセス40によって経路テーブル610の不要な経路エントリが削除される。例えば、端末Aの経路テーブル610において転送先アドレス612を端末Cとする経路エントリ、端末Cの経路テーブル610において転送先アドレス612を端末Dとする経路エントリ、端末Dの経路テーブル610において転送先アドレス612を端末Cとする経路エントリ等は削除される可能性がある。一方、端末Aと端末Cとの間のリンク品質が改善して、端末Bと端末Eとの間のリンク品質が悪化するようなことがあると、再び元の経路に切り替えられる可能性もある。

【0094】

次に本発明の実施の形態の各端末における処理方法について図面を参照して説明する。

【0095】

図18は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路要求パケット810を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、経路要求パケット810を受信すると（ステップS901）、その経路要求パケット810の要求識別子814を参照することにより、重複して受信していないかどうかを判断する（ステップS902）。既に同じ要求識別子を有する経路要求パケットを受信していれば、後から受信したその経路要求パケット810を廃棄する（ステップS913）。

【0096】

ステップS902において重複受信ではないと判断した場合には、その経路要求パケット810の要求識別子814を記録して（ステップS903）、その後の重複受信の判断に利用する。そして、その経路要求パケット810の代替フラグ812を参照して、「ON」にセットされているか、すなわち代替経路発見のための経路要求であるかを判断する（ステップS904）。代替経路発見のための経路要求であれば、以下のステップS905およびS906の判断は行わずに経路要求元への経路情報を作成する（ステップS907）。

【0097】

ステップS904において代替経路発見のための経路要求でなく通常の（最初の）経路要求であると判断されると、シーケンス番号のチェック（ステップS905）およびホップ

カウンターのチェック（ステップS906）が行われる。すなわち、経路要求パケット810の宛先シーケンス番号816が現在設定されている経路のシーケンス番号615よりも新しいものであれば、経路要求元への経路情報を作成する（ステップS907）。一方、経路要求パケット810の宛先シーケンス番号816が現在設定されている経路のシーケンス番号615よりも古いものであれば、経路情報の作成（ステップS907）は行わない。また、経路要求パケット810の宛先シーケンス番号816が現在設定されている経路のシーケンス番号615と一致する場合には、経路要求パケット810のホップカウンタ813と現在設定されている経路の宛先ホップ数613とを比較して、経路要求パケット810のホップカウンタ813の方が短ければ、経路要求元への経路情報を作成する（ステップS907）。

【0098】

ステップS907において経路要求元への経路情報を作成する際には、具体的には以下の処理を行う。すなわち、経路要求パケット810の宛先シーケンス番号816をシーケンス番号615に設定し、経路要求パケット810のホップカウンタ813に「1」を加えたものを宛先ホップ数613に設定し、その経路要求パケット810を送信した近隣端末のアドレスを転送先アドレス612に設定する。また、通常の（最初の）経路要求であればリンク状態614を有効状態とするが、代替経路発見のための経路要求であればリンク状態614を候補状態とする。

【0099】

そして、経路要求パケット810の宛先アドレス815が自端末のアドレスであれば（ステップS908）、この経路要求パケット810に対して経路返答パケット820を送信する（ステップS911）。一方、経路要求パケット810の宛先アドレス815が自端末のアドレスでなければ、その経路要求パケット810を他の端末に転送する（ステップS912）。このとき、通常の（最初の）経路要求であればブロードキャストにより送信するが、代替経路発見のための経路要求であれば不安定状態のリンクに接続する端末以外の端末であって且つ先行リスト617（図5）に記載されていない端末に対してマルチキャストにより送信する。

【0100】

図19は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路返答パケット820を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、経路返答パケット820を受信すると（ステップS921）、経路返答送信元への経路情報を作成する（ステップS922）。

【0101】

そして、経路返答パケット820の発信アドレス827が自端末のアドレスと一致する場合には（ステップS923）、通常の経路が設定されたことになるため、そのまま処理を終了する。一方、経路返答パケット820の発信アドレス827が自端末のアドレスと一致しない場合には、さらに代替フラグ822を調べ（ステップS924）、代替フラグ822がセットされていなければ通常の経路返答であると解釈して、その経路返答パケット820をさらに転送する（ステップS926）。

【0102】

ステップS924において代替フラグ822がセットされていれば、さらに代行アドレス828を調べ（ステップS925）、代行アドレス828が自端末のアドレスと一致しない場合にはその経路返答パケット820をさらに転送する（ステップS926）。一方、代行アドレス828が自端末のアドレスと一致する場合には、自端末から送信した代替経路要求に対する返答が戻ってきたことになるため、そのまま処理を終了する。

【0103】

図20は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路切替パケット850を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、データパケットを受信すると（ステップS931）、そのデータパケットの経路切替フラグ854がセットされているか否かを調べる（ステップS932）。経路切替フラグ854がセットされていなければ

ば、通常のデータパケットであるため、経路の切替えは行わない。

【0104】

ステップS932において経路切替フラグ854がセットされていると判断した場合には、そのデータパケットは経路切替パケット850であるため、以下の手順で経路の切替えを行う。まず、経路テーブル610で、宛先アドレス611が宛先アドレス852と一致する経路エントリにおいてリンク状態614が有効状態もしくは不安定状態のものがあれば（ステップS933）、無効状態に変更しておく（ステップS934）。そして、経路テーブル610で、宛先アドレス611が宛先アドレス852と一致する経路エントリにおいてリンク状態614を候補状態から有効状態に変更する（ステップS935）。

【0105】

そして、宛先アドレス852が自端末のアドレスと一致すれば（ステップS936）、そのまま処理を終了する。一方、宛先アドレス852が自端末のアドレスと一致しなければ、そのデータパケットを経路テーブル610に従って他の端末に転送する（ステップS937）。

【0106】

このように、本発明の実施の形態によれば、経路発見プロセス20によって設定された経路上のリンク30の状態をリンク状態管理プロセス40により監視して、リンク品質が悪化した際に代替経路発見プロセス50により代替経路の候補を設定しておいて、その後に経路切替プロセス60により代替経路の候補を正規の経路として切り替えることができる。これにより、リンクの障害が頻繁に起こるような電波状況の劣悪なアドホックネットワーク環境においても安定した通信を行え、また、ノードの移動が頻繁に起こるアドホックネットワークの環境においても継続的に通信を行える信頼性の高いネットワークを提供することができる。

【0107】

なお、ここでは本発明の実施の形態を例示したものであり、本発明はこれに限られず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変形を施すことができる。

【0108】

また、ここで説明した処理手順はこれら一連の手順を有する方法として捉えてもよく、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。

【0109】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明によると、無線アドホック通信システムにおいて、通信中のリンクの品質が悪化して切断される事態に備えて、予め代替経路を発見しておいて、速やかに経路切替を行うことができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における無線アドホック通信システムで想定する無線アドホックネットワークの一例を示す図である。

【図2】図1の例による無線アドホックネットワークにおいて経路を設定するための手順を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態における処理の概要を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態における無線端末100の一構成例を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態における無線端末100に保持される経路テーブル610の構成例を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態のリンク状態管理プロセス40における状態遷移の一例を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態の代替経路発見プロセス50において使用される経路要求パケット810の一構成例を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態の代替経路発見プロセス50において使用される経路返答パケット820の一構成例を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態の経路切替プロセス60において使用される経路切替パケット850の一構成例を示す図である。

【図10】端末Sから端末Dに向けて通信が行われている場合の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図11】端末Aが代替経路を要求する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図12】端末Bが代替経路の要求を転送する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図13】端末Eが代替経路の要求を転送する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図14】端末Dが代替経路の要求に対する返答を送信する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図15】端末Aが代替経路の候補を正規の経路に切り替える指示を送信する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図16】端末Dが代替経路の候補を正規の経路に切り替える指示を送信する際の経路および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図17】端末Sと端末Dとの間で代替経路に切り替えられた状態および各端末における経路テーブル610の内容を示す図である。

【図18】本発明の実施の形態における無線端末100が経路要求パケット810を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。

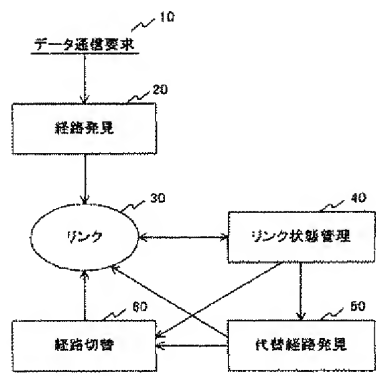
【図19】本発明の実施の形態における無線端末100が経路返答パケット820を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。

【図20】本発明の実施の形態における無線端末100が経路切替パケット850を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。

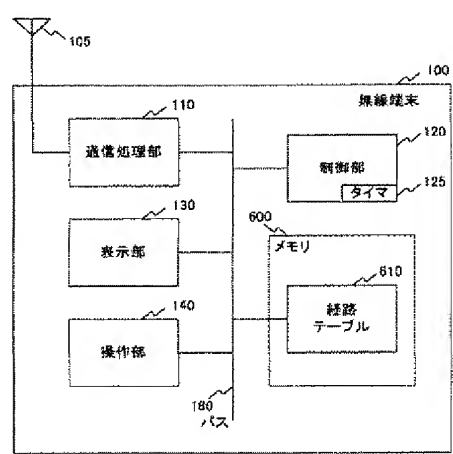
【符号の説明】

- 10 データ通信要求
- 20 経路発見プロセス
- 30 リンク
- 40 リンク状態管理プロセス
- 41 有効状態
- 42 無効状態
- 43 切断状態
- 44 不安定状態
- 45 候補状態
- 50 代替経路発見プロセス
- 60 経路切替プロセス
- 100 無線端末
- 105 アンテナ
- 110 通信処理部
- 120 制御部
- 125 タイマ
- 130 表示部
- 140 操作部
- 180 バス
- 201-206 無線端末
- 211-216 通信範囲
- 600 メモリ
- 610 経路テーブル
- 810 経路要求パケット
- 820 経路返答パケット

【図3】



【図4】

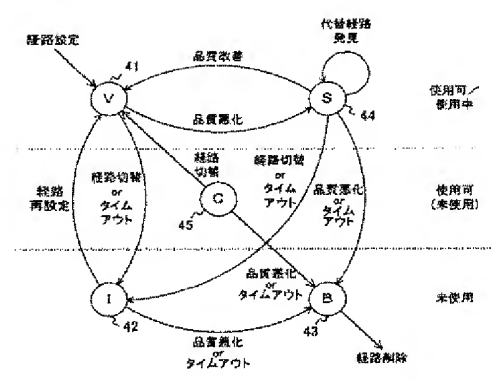


【図5】

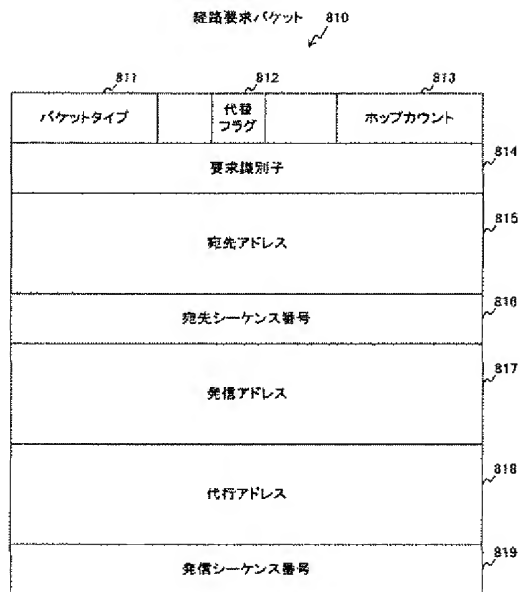
経路テーブル 810

宛先 アドレス 611	転送先 アドレス 612	宛先 ホップ数 613	リンク 状態 614	シーケンス 番号 615	所有者 616	先行 リスト 617
端末S	端末A	2	V	1	0	端末D
端末D	端末D	1	S	2	1	端末A
端末E	端末E	1	V	3	1	端末A

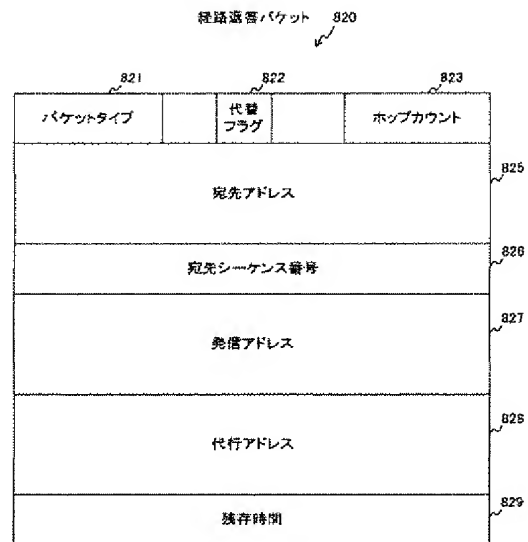
【図6】



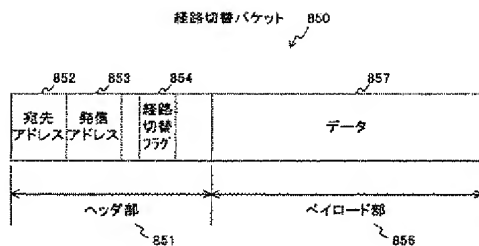
【図7】



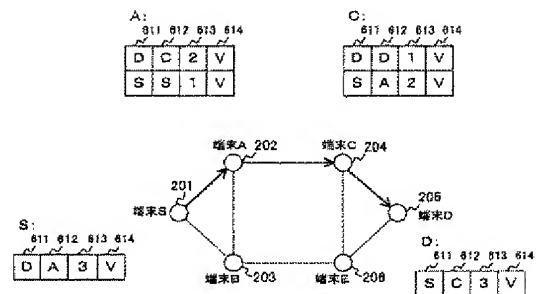
【図8】



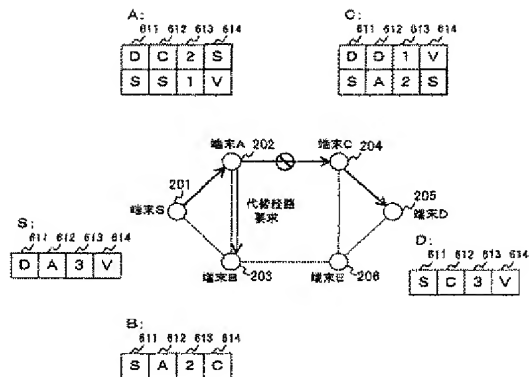
【図9】



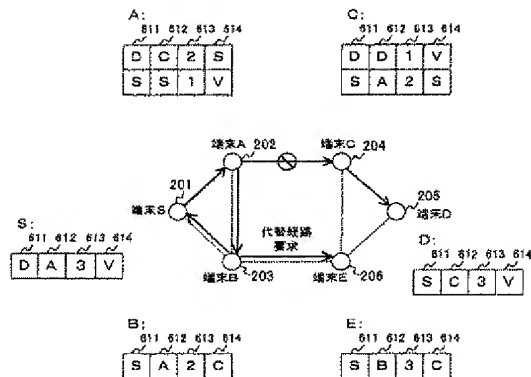
【図10】



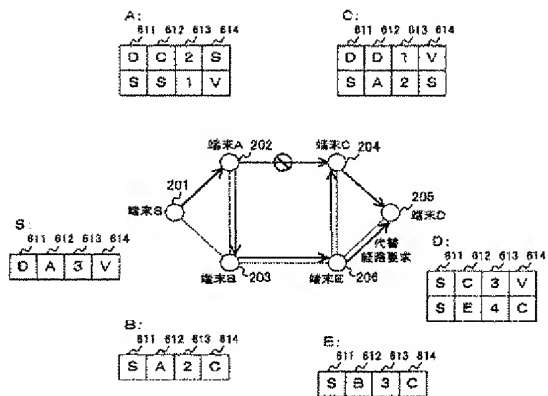
【図11】



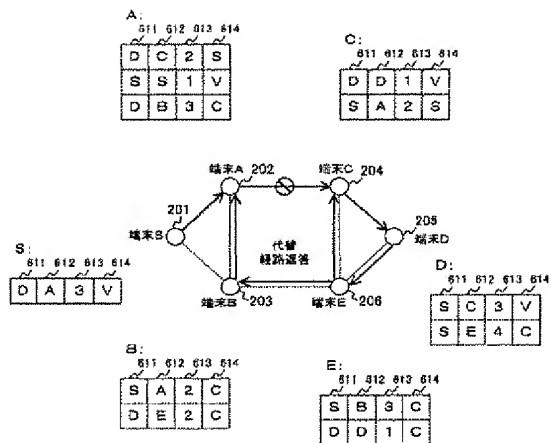
【図12】



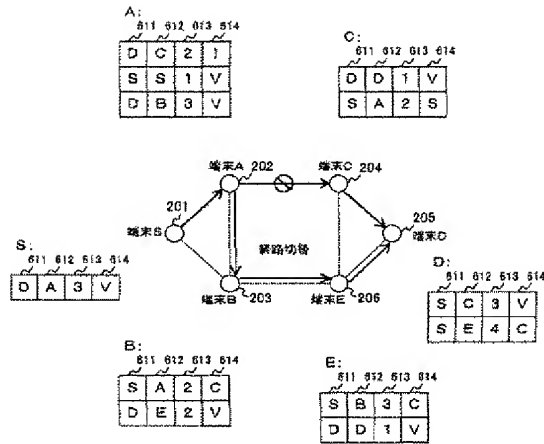
【図13】



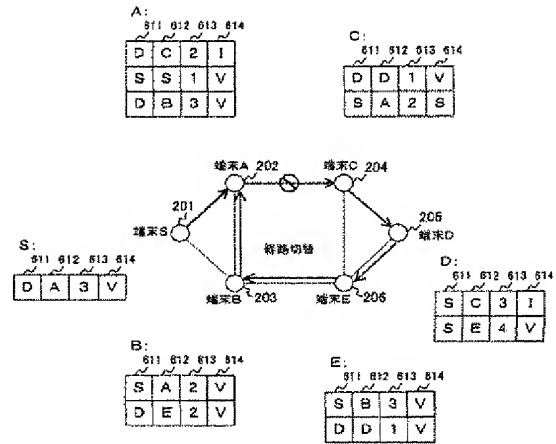
【図14】



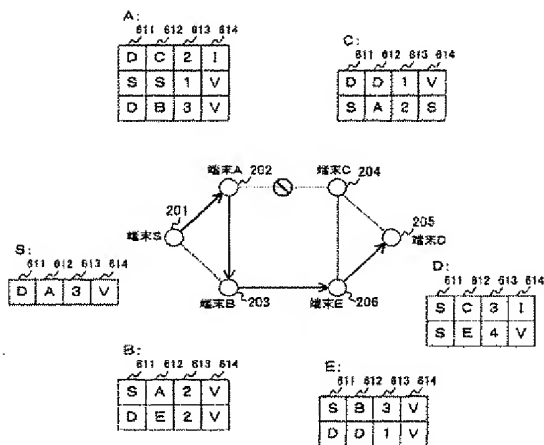
【図15】



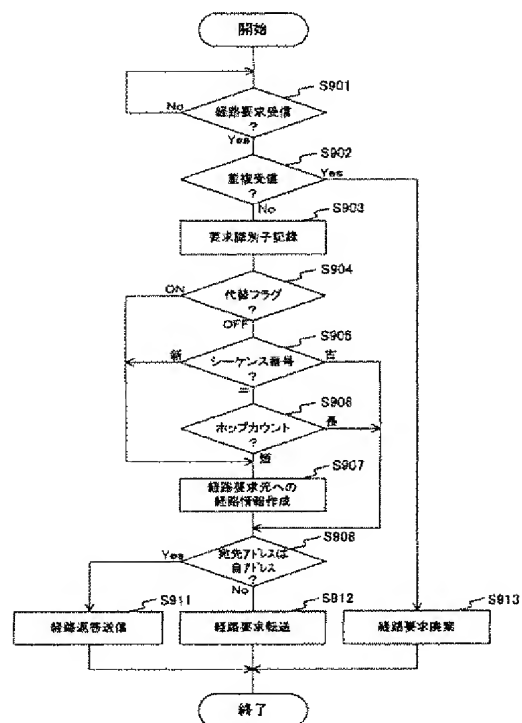
【図16】



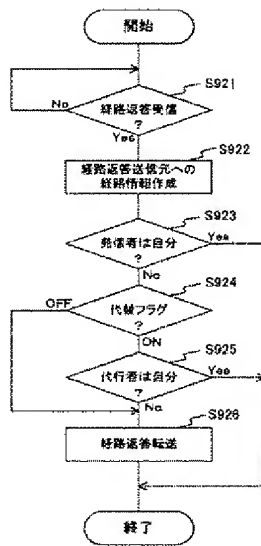
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

